

FUEL INJECTION AMOUNT CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

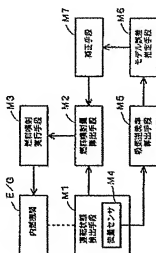
Publication number: JP3064646
 Publication date: 1991-03-20
 Inventor: IKEDA SHINJI
 Applicant: TOYOTA MOTOR CORP
 Classification:
 - International: F02D41/34; F02D41/34; (IPC1-7): F02D41/34
 - European:
 Application number: JP19890200052 19890731
 Priority number(s): JP19890200052 19890731

Report a data error here

Abstract of JP3064646

PURPOSE: To compensate the control error and to improve the control accuracy by inferring the error of the fuel behavior model depending on the ratio of the suction gas flow amounts flowing in the right and the inverse directions of a suction pipe, and thereby correcting the control rule in order to calculate the fuel injection amount.

CONSTITUTION: The operation condition of an internal combustion engine E/G is detected by a device M1, the fuel injection amount is calculated by a device M2 depending on a control rule preset by the fuel behavior model based on the operation condition, and at the same time, the fuel injection is carried out by a device M3 responding to the fuel injection amount. In such a system, suction gas flow amounts flowing to the suction leading-in port in a suction pipe and to the internal combustion engine are detected by a flow sensor M4 respectively. And the suction air inverse flow ratio which is the ratio of the suction air flow amounts flowing to the both directions is calculated by a device M5. Furthermore, the error of the fuel behavior model is inferred by a device M6 depending on the suction air inverse flow ratio. And, responding to the error of the fuel behavior model, said control rule is corrected by a device M7.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

⑫ 公開特許公報(A) 平3-64646

⑬ Int.Cl.⁵
F 02 D 41/34

識別記号 庁内整理番号
Q 9039-3G

⑭ 公開 平成3年(1991)3月20日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全14頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関の燃料噴射量制御装置

⑯ 特 願 平1-200052

⑰ 出 願 平1(1989)7月31日

⑱ 発 明 者 池 田 慎 治 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
⑳ 代 理 人 弁理士 足 立 勉

明 細 書

1 発明の名称

内燃機関の燃料噴射量制御装置

2 特許請求の範囲

内燃機関の運転状態を検出する運転状態検出手段と、

該運転状態検出手段の検出結果に基づき、内燃機関のシリンダ内に流入する燃料の挙動を記述した燃料挙動モデルに基づき予め設定された制御則に従って、内燃機関への燃料噴射量を算出する燃料噴射量算出手段と、

該燃料噴射量算出手段の算出結果に応じて内燃機関に燃料を噴射供給する燃料噴射実行手段と、を備えた内燃機関の燃料噴射量制御装置において、上記運転状態検出手段の一つとして、内燃機関の吸気管を流れる吸気の流量を双方向に検出する流量センサを設けると共に、

該流量センサからの検出信号に基づき、上記吸気管において吸気導入口から内燃機関側に流れる吸気流量と、上記吸気管において内燃機関から吸

気導入口側に流れる吸気流量との比率を算出する吸気逆流率算出手段と、

該吸気逆流率算出手段の算出結果に基づき、上記燃料挙動モデルの誤差を推定するモデル誤差推定手段と、

該モデル誤差推定手段にて推定された燃料挙動モデルの誤差に基づき、上記燃料噴射量算出手段の制御則を補正する補正手段と、

を設けたことを特徴とする内燃機関の燃料噴射量制御装置。

3 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、内燃機関のシリンダ内に流入する燃料の挙動を記述した燃料挙動モデルに基づき設定された制御則に則って燃料噴射量を制御する内燃機関の燃料噴射量制御装置に関する。

[従来の技術]

従来より、内燃機関に供給される燃料混合気の空燃比が目標空燃比になるように燃料噴射量を制御する装置の一つとして、例えば特開昭59-1

96930号公報に記載の如く、内燃機関の回転速度と吸入空気量とから求められる基本燃料噴射量を補正する補正値を制御入力、空燃比センサを用いて検出される空燃比の実測値を制御出力とし、該制御入力と制御出力との間に線形な近似が成り立つものとして同定を行い、内燃機関の動的な振舞いを記述する数式モデルを求め、これに基づき設計された制御則により燃料噴射量を制御する、所謂線形制御理論に基づく制御装置が知られている。

しかし上記制御入力と制御出力との関係は本来非線形であり、上記のように単に線形近似により数式モデルを求めたものでは内燃機関の動的な振舞いを極めて狭い運転条件下でしか記述することができず、制御を良好に行うには、例えば特開昭59-7751号公報に記載の如く、線形近似が成り立つとみなし得る複数の運転領域毎に数式モデルを設定し、これに基づき各運転領域毎に制御則を決定しなければならなかった。このため従来では、制御則を内燃機関の各運転領域毎に切り換

御を実行することができるものの、吸気の逆流が発生する運転領域で空燃比の制御精度が低下するといった問題があった。

尚こうしたモデル誤差に伴う制御誤差は、制御則を周知のサーボ系に拡大して積分動作によって補償することができるが、積分補償の割合を大きくすると応答性が悪くなってしまう。

そこで本発明は、上記のように内燃機関の燃料挙動を記述した燃料挙動モデルに基づき設定された一つの制御則により内燃機関の燃料噴射量制御を行なう装置において、吸気の逆流に伴い燃料挙動モデルに誤差が生じた場合には、制御則を自動補正して、空燃比の制御精度を常に確保できるようにすることを目的としてなされた。

【課題を解決するための手段】

即ち上記目的を達すためになされた本発明は、第1図に例示する如く、

内燃機関E/Gの運転状態を検出する運転状態検出手段M1と、

該運転状態検出手段M1の検出結果に基づき、

えなければならず、制御が煩雑になるといった問題があった。また各運転領域の境界点では制御則の切り換えのために制御が不安定になるといった問題もある。

そこで本願出願人は、特願昭62-189889号、特願昭62-189891号等により、内燃機関における燃料挙動を記述した燃料挙動モデルに基づき、非線形補償された制御則を決定することで、上記のように制御則を切り換えることなく（即ち一つの制御則で）燃料噴射量制御を実行できる燃料噴射量制御装置を提案した。

【発明が解決しようとする課題】

しかし上記燃料挙動モデルによっても内燃機関の燃料挙動を常に正確に記述することは難しく、吸気弁と排気弁とが同時に開くバルブオーバーラップにより吸気管において吸気の逆流が発生する運転領域（例えば4気筒内燃機関の高負荷運転領域）で、燃料挙動モデルと実際の燃料挙動とが対応しなくなることがある。このため上記提案の装置においては、一つの制御則により燃料噴射量制

御を実行することができるものの、吸気の逆流が発生する運転領域で空燃比の制御精度が低下するといった問題があった。

尚こうしたモデル誤差に伴う制御誤差は、制御則を周知のサーボ系に拡大して積分動作によって補償することができるが、積分補償の割合を大きくすると応答性が悪くなってしまう。

そこで本発明は、上記のように内燃機関の燃料挙動を記述した燃料挙動モデルに基づき設定された一つの制御則により内燃機関の燃料噴射量制御を行なう装置において、吸気の逆流に伴い燃料挙動モデルに誤差が生じた場合には、制御則を自動補正して、空燃比の制御精度を常に確保できるようにすることを目的としてなされた。

即ち上記目的を達すためになされた本発明は、第1図に例示する如く、
内燃機関E/Gの運転状態を検出する運転状態検出手段M1と、
該運転状態検出手段M1の検出結果に基づき、
吸気管において吸気導入口から内燃機関E/G側に流れる吸気流量と、
上記吸気管において吸気導入口側に流れる吸気流量との比率を算出する吸気逆流率算出手段M5と、
上記燃料挙動モデルの誤差を推定するモデル誤差推定手段M6と、
該モデル誤差推定手段M6にて推定された燃料

御を実行することができるものの、吸気の逆流が発生する運転領域で空燃比の制御精度が低下するといった問題があった。

尚こうしたモデル誤差に伴う制御誤差は、制御則を周知のサーボ系に拡大して積分動作によって補償することができるが、積分補償の割合を大きくすると応答性が悪くなってしまう。

挙動モデルの誤差に基づき、上記燃料噴射量算出手段M2の制御則を補正する補正手段M7と、

を設けたことを特徴とする内燃機関の燃料噴射量制御装置を要旨としている。

【作用】

以上のように構成された本発明の燃料噴射量制御装置においては、まず吸気逆流率算出手段M5が、流量センサM4からの検出信号に基づき、吸気導入口から内燃機関E/G側へと吸気管を正方向に流れる吸気流量と、内燃機関E/Gから吸気導入口側へと吸気管を逆方向に流れる吸気流量との比率を算出し、モデル誤差推定手段M6が、その算出結果に基づき、燃料挙動モデルの誤差を推定する。すると補正手段M7がその推定された燃料挙動モデルの誤差に基づき、燃料噴射量算出手段M2が燃料噴射量の算出に用いる制御則を補正する。

即ち本発明の燃料噴射量制御装置は、吸気管において正方向に流れる吸気流量と逆方向に流れる吸気流量との比率に基づき、燃料挙動モデルの誤

びスロットル開度センサ12の他に、ディストリビュータ22に取り付けられ、内燃機関2が30℃A（但し、℃A：クランク角度）回転する度に検出信号を出力する回転角センサ24、同じくディストリビュータ22に取り付けられ、特定気筒が吸気行程にあるとき検出信号を出力する気筒判別センサ26、及び冷却水温THWを検出する水温センサ28が備えられている。

尚ディストリビュータ22は、イグナイタ30からの高電圧を所定の点火タイミングで各気筒#1～#4の点火プラグ32-1～32-4に順次印加するためのものである。

そして上記各センサからの検出信号は、夫々、給理演算回路として構成された電子制御回路40に入力され、各気筒#1～#4の吸気分岐管41-1～41-4に夫々設けられた燃料噴射弁42-1～42-4からの燃料噴射量 α を制御するのに用いられる。

即ち電子制御回路40は、予め設定された制御プログラムに従って燃料噴射量制御のための演算

差を推定し、その推定結果に基づき制御則を補正するようにされている。

【実施例】

以下に本発明の実施例を図面と共に説明する。

まず第2図は本発明が適用された4気筒4サイクルの内燃機関2とその周辺装置の構成を表す概略構成図である。

図に示す如く、内燃機関2の吸気管4には、その上流から、吸入空気を浄化するエアクリーナ6、吸気管4を流れる空気の流量（吸気流量）Gaを検出する熱線式のエアフロメータ8、内燃機関2に吸入される空気量（吸気量）を制御するためのスロットルバルブ10、スロットルバルブ10の開度（スロットル開度） θ THを検出するスロットル開度センサ12、及び吸気の脈動を抑えるためのサージタンク14が備えられ、排気管16には、排気を浄化するための三元触媒コンバータ18が備えられている。

また内燃機関2には、その運転状態を検出するためのセンサとして、上述のエアフロメータ8及

処理を実行するCPU50、CPU50で演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや初期データが予め記憶されたROM52、同じくCPU50で演算処理を実行するのに用いられるデータが一時的に読み書きされるRAM54、上記各センサからの検出信号を入力するための入力ポート56、及びCPU50での演算結果に応じて各気筒#1～#4の燃料噴射弁42-1～42-4を各々開弁するための出力ポート58等から構成され、内燃機関2の各気筒#1～#4に流入する燃料混合気の空燃比が予め設定された目標空燃比になるように燃料噴射弁42-1～42-4からの燃料噴射量 α を制御する。

このように構成された電子制御回路40では、各気筒#1～#4毎に、第3図に示す如き制御則に従って燃料噴射量制御が実行される。以下この制御則について簡単に説明し、その後この制御則の設計手順等について説明する。尚第3図は各気筒毎の燃料噴射制御計を示す図であって、ハード的な構成を示すものではなく、実際には後述の第

6図及び第7図のフローチャートに示したプログラムを実行することにより実現される。

またこの制御部は、内燃機関2のシリンダ2a内に流入する燃料の挙動を記述した次式(1)及び(2)に示す燃料挙動モデルに基づき設計されたものである。

$$\begin{bmatrix} f_w(k+1) \\ f_v(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P & 0 \\ 0 & Q \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f_w(k) \\ f_v(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R \\ S \end{bmatrix} \cdot \tau(k) + \begin{bmatrix} -D \\ +D \end{bmatrix} \cdot V f_w(k) \quad \dots (1)$$

$$f_c(k) = [1-P \quad 1-Q] \begin{bmatrix} f_w(k) \\ f_v(k) \end{bmatrix} + (1-R-S) \tau(k) \quad \dots (2)$$

(但し、 f_w : 吸気管壁面付着燃料量、 f_v : 吸気

管内蒸発燃料量、 τ : 燃料噴射量、 V : 吸気管壁面からの燃料蒸発量、 f_c : 筒内流入燃料量、 P, Q, R, S, D : 定数)

第3図に示すように、まずエアフロメータ8にて検出された吸気流量 G_a は、正流・逆流識別部B1に入力される。

正流・逆流識別部B1は、エアフロメータ8にて検出された吸気流量 G_a が、吸気管4において内燃機関2側に流れる正方向の吸気流量 G_{a+} であるか、或はエアクリーナ6側に流れる逆方向の吸気流量 G_{a-} であるかを識別するためのもので、この正流・逆流識別部B1にて識別された正方向の吸気流量 G_{a+} は、内燃機関2のシリンダ2a内に流入する空気量(筒内流入空気量) m_c を算出する筒内流入空気量算出部B2に入力される。

つまり、本実施例ではエアフロメータ8に燃流式のものが使用され、エアフロメータ8からは、吸気管4を流れる吸気流量 G_a に応じてその方向とは関係なく検出信号が出力されるため、正流・逆流識別部B1では、エアフロメータ8で検出さ

れた吸気流量 G_a が、正方向の吸気流量 G_{a+} であるか、或は逆方向の吸気流量 G_{a-} であるかを識別して、筒内流入空気量算出部B2側で正方向の吸気流量 G_{a+} を用いて筒内流入空気量 m_c を算出できるようにされているのである。

尚、本実施例のように内燃機関2が4気筒4サイクルエンジンの場合、吸気の逆流が発生しない運転領域では、第4図に点線で示す如く、エアフロメータ8により検出される吸気流量 G_a が内燃機関2の180℃A毎に変化するが、吸気の逆流が発生する運転領域では、第4図に実線で示す如く、エアフロメータ8により検出される吸気流量 G_a が、吸気の正流・逆流の変化に応じて内燃機関2の90℃A毎に変化する。また吸気の逆流が発生する運転領域であっても、その逆流量 G_{a-} は、正方向に流れる吸気流量 G_{a+} に対して必ず小さくなる。このため正流・逆流識別部B1では、90℃A毎にエアフロメータ8からの検出信号を読み込み、その値と前回読み込んだ値とを大小比較することにより、吸気の正流・逆流を識別するよう

にされている。

次に筒内流入空気量算出部B2は、正流・逆流識別部B1にて識別された正方向の吸気流量 G_a (G_{a+})と、回転角センサ24からの検出信号により得られる内燃機関2の回転速度 ω に基づき、次式(3)

$$m_c(k) = \alpha \cdot G_a / \omega + \beta \cdot m_c(k-1) \quad \dots (3)$$

(但し、 α, β : 定数、 $m_c(k-1)$: 前回の算出値)を用いて、内燃機関2の180℃A毎に筒内流入空気量 m_c を算出するためのもので、その算出結果 m_c は、目標燃料量算出部B3に出力される。すると目標燃料量算出部B3では、筒内流入空気量 m_c と制御目標となる予め設定された目標燃空比(目標空燃比の逆数) λ_r とを乗ずることで、内燃機関2のシリンダ内に供給すべき燃料量(目標燃料量) m_{cr} が算出される。またこの目標燃料量 m_{cr} は、係数 f_3 乗算部B4に入力され、係数 f_3 乗算部B4において、この目標燃料量 m_{cr} と予め設定された係数 f_3 とが乗じられる。

次に筒内流入空気量算出部B2にて算出された

筒内流入空気量 m_c は、吸気圧力算出部B5にも入力される。吸気圧力算出部B5は、この入力された筒内流入空気量 m_c に基づき、吸気管4内部の圧力(吸気圧力)PMを算出するためのもので、その算出結果PMは、水温センサ2Bにより検出された冷却水温THWと共に、燃料蒸発速度算出部B6に入力される。

燃料蒸発速度算出部B6は、吸気管圧力PMと冷却水温THWとから、吸気管壁面からの単位時間当りの燃料蒸発量(燃料蒸発速度)Vfを算出するためのもので、まず冷却水温THWから吸気管4内での燃料の飽和蒸気圧Psを求め、この飽和蒸気圧Psと吸気管圧力PMとから燃料蒸発速度Vfを算出する。

つまり吸気管壁面からの燃料蒸発速度Vfは、吸気管4内での燃料の飽和蒸気圧Psと吸気圧力PMとの関数として求めることができ、また飽和蒸気圧Psは吸気管壁面への付着燃料温度Teの関数であり、付着燃料温度Teは内燃機関2の冷却水温THW或は吸気ポート付近のシリンダヘッ

ド温度によって代表させることができるので、本実施例においては、まず冷却水温THW(TK)をパラメータとする次式(4)を用いて飽和蒸気圧Psを求め、

$$P_s = \beta_1 \cdot THW^2 - \beta_2 \cdot THW + \beta_3 \quad \dots (4)$$

(但し、 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$: 定数)

その後この算出した飽和蒸気圧Psと吸気管圧力PMとから燃料蒸発速度Vfを算出するようにされている。

次に燃料蒸発速度算出部B6で算出された燃料蒸発速度Vfは、燃料蒸発量算出部B7に入力される。燃料蒸発量算出部B7は、燃料蒸発速度Vfを内燃機関2の回転速度 ω で除することにより内燃機関2の1回転当りに吸気管壁面から蒸発する燃料量Vfwを算出するためのもので、その算出結果(燃料蒸発量)Vfwは、係数f4乗算部B8に入力され、係数f4乗算部B8において予め設定された係数f4が乗じられる。

また燃料蒸発量算出部B7にて算出された燃料蒸発量Vfwは、状態変数推定部B9にも入力され

る。状態変数推定部B9は、予め設定された演算式を用いて、上記入力された燃料蒸発量Vfwと、一時遅延部B10を介して入力される前回算出した燃料噴射量 $\tau(k-1)$ と、後述のモデル誤差算出部B14で算出されたモデルパラメータP、Rの誤差 ΔP 、 ΔR と、当該状態変数推定部B9で前回推定した状態変数 $w(k-1)$ 及び $v(k-1)$ とから、次回の燃料噴射量 $\tau(k)$ を算出するための状態変数 f_w 及び f_v を推定する。そしてこの推定結果 w 及び v には、係数f1乗算部B11及び係数f2乗算部B12にて、夫々係数f1及びf2が乗じられる。

一方正流・逆流識別部B1により識別された吸気管4を正方向に流れる吸気流量 G_{a+} 、及び逆方向に流れる吸気流量 G_{a-} は、夫々、逆流率算出部B13に入力される。逆流率算出部B13は、各吸気流量 G_{a+} 、 G_{a-} の比率 $r (= G_{a-}/G_{a+})$ 、以下、逆流率という。)を算出するためのもので、その算出結果 r は、モデル誤差算出部B14に入力される。するとモデル誤差算出部B14は、逆

流率 r に基づき、予め設定された第5回(a)及び(b)に示す如きマップを用いて、上記(1)及び(2)式で記述された燃料挙動モデルにおけるモデルパラメータP、Rの誤差 ΔP 、 ΔR を求め、その算出結果 ΔP 、 ΔR を、上述の状態変数推定部B9に出力すると共に、係数f5乗算部B15及び係数f6乗算部B16に夫々出力する。

次に上記各係数乗算部B15、B16は、入力された各モデル誤差 ΔP 、 ΔR に対して、夫々、係数f5、係数f6を乗ずるためのもので、その乗算結果 $f5 \cdot \Delta P$ 、 $f6 \cdot \Delta R$ を、夫々、状態変数乗算部B17、噴射量乗算部B18に出力する。すると状態変数乗算部B17、噴射量乗算部B18では、これら各乗算結果 $f5 \cdot \Delta P$ 、 $f6 \cdot \Delta R$ に、状態変数推定部B9で推定された状態変数 w 、一時遅延部B10を介して入力される前回算出した燃料噴射量 $\tau(k-1)$ が夫々乗じられる。そしてこの状態変数乗算部B17及び噴射量乗算部B18による乗算結果は、上述の各種係数乗算部B4、B8、B11、B12での乗算結果と共に加算部

B19～B23で加算され、これによって燃料噴射量 τ が決定される。

次に上記制御則の基本となる燃料準動モデル、及び該燃料準動モデルに基づく制御則の設計方法について説明する。尚この種の制御則の設計方法としては、例えば、古田勝久著「実システムのデジタル制御」システムと制御 Vol.28, No.12, 1984年、計測自動制御学会等に詳しいので、ここでは簡単に説明する。

まず内燃機関2の各気筒#1～#4内に流入する燃料量(筒内流入燃料量) f_i は、各気筒の燃料噴射弁42からの燃料噴射量 τ と、吸気管4(詳しくは各気筒の吸気分岐管41)壁面への付着燃料量 f_w と、吸気管4内部での蒸発燃料量 f_v とを用いて次式(5)のように記述することができる。

$$f_i = \alpha_1 \cdot \tau + \alpha_2 \cdot f_w + \alpha_3 \cdot f_v \quad \cdots (5)$$

即ち上記筒内流入燃料量 f_i は、燃料噴射弁42からの噴射燃料の直接流入量 $\alpha_1 \cdot \tau$ と、その噴射燃料が付着した吸気分岐管41からの間接流入量 $\alpha_2 \cdot f_w$ と、噴射燃料或は壁面付着燃料の蒸発

により吸気分岐管41内部に存在する蒸発燃料の流入量 $\alpha_3 \cdot f_v$ との総和であると考えられることから、上式(5)のように記述することができる。

上式(5)において、燃料噴射量 τ は燃料噴射弁42の開弁時間によって定まるので、付着燃料量 f_w 及び蒸発燃料量 f_v を知ることができれば、燃料量 f_i を予測することができる。

そこで次に付着燃料量 f_w 及び蒸発燃料量 f_v について考える。

まず吸気管壁面への付着燃料量 f_w は、吸気行程時のシリンダ内への流入によって、吸気行程毎にその一部 α_2 が減少する他、吸気管4内部への蒸発によって減少し、吸気サイクルと同期して燃料噴射弁42から噴射される燃料噴射量 τ の一部 α_4 が付着することによって増加する。また吸気サイクル毎の燃料蒸発量は、単位時間当りの燃料蒸発量(即ち燃料蒸発速度) V_f と内燃機関2の回転速度 ω とから、 $\alpha_5 \cdot V_f / \omega$ ($= \alpha_5 \cdot V_f / \omega$, α_5 : 比例定数)として表すことができる。このため吸気管壁面への付着燃料量 f_w は次式(6)に示す

如く記述できる。

$$f_w(k+1) = (1 - \alpha_2) \cdot f_w(k) + \alpha_4 \cdot \tau(k) - \alpha_5 \cdot V_f \omega(k) \quad \cdots (6)$$

一方蒸発燃料量 f_v は、吸気行程時のシリンダ内への流入によって、吸気サイクル毎にその一部 α_3 が減少する他、燃料噴射量 τ の一部 α_6 が蒸発することによって増加し、更に付着燃料の蒸発によって増加する。このため吸気管4内部での蒸発燃料量 f_v は次式(7)に示す如く記述できる。

$$f_v(k+1) = (1 - \alpha_3) \cdot f_v(k) + \alpha_6 \cdot \tau(k) + \alpha_5 \cdot V_f \omega(k) \quad \cdots (7)$$

従って上記(5)～(7)式において、 $(1 - \alpha_2)$ をP、 $(1 - \alpha_3)$ をQ、 α_4 をR、 α_6 をS、 α_5 をDとして整理することにより、付着燃料量 f_w と蒸発燃料量 f_v とを状態変数として、内燃機関2の各気筒毎の燃料準動を表す前述の(1)及び(2)式を得ることができ、各気筒の吸気サイクル(720°)をサンプリング周期として離散系で表現された燃料準動モデルが定まる。

このような燃料準動モデルでは、 $V_f \omega$ の項によ

って非線形補償されているため、各モデルパラメータP、Q、R、S、Dを周知の同定法により定めれば、各気筒毎の燃料準動を内燃機関2の全運転領域で正確に記述することができる。しかし内燃機関2の高負荷運転時に吸気管4内で吸気の逆流が発生すると、各気筒#1～#4の吸気分岐管41内での燃料も内燃機関2とは反対方向に流れ、その燃料準動を正確に記述できなくなる。

そこで本実施例では、こうした吸気の逆流に伴い生ずる制御誤差を補償するため、前述の(1)及び(2)式で記述された燃料準動モデルを次式(8)及び(9)式の如く変形し、この変形された燃料準動モデルに基づき制御則を決定している。

$$\begin{bmatrix} f w(k+1) \\ f v(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P & 0 \\ 0 & Q \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} f w(k) \\ f v(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R \\ S \end{bmatrix} \cdot \tau(k) + \begin{bmatrix} -D \\ +D \end{bmatrix} \cdot V f w(k) + \begin{bmatrix} \Delta P \\ 0 \end{bmatrix} \cdot f w(k) + \begin{bmatrix} \Delta R \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \tau(k) \quad \cdots (8)$$

$$f c(k) = [1-P \quad 1-Q] \begin{bmatrix} f w(k) \\ f v(k) \end{bmatrix} + (1-R-S) \tau(k) - \Delta P \cdot f w(k) - \Delta R \cdot \tau(k) \quad \cdots (9)$$

即ち、上記(1)及び(2)式で記述された燃料挙動モデルにおいて、蒸発燃料量 $f v$ 及び燃料蒸発量 $V f w$ は、付着燃料量 $f w$ 、燃料噴射量 τ に比べて著しく小さく、モデルパラメータ Q 、 S 、 D に変動があっても制御精度には殆ど影響しないため、本実施例では、(1)及び(2)式で記述された燃料挙

吸気管壁面に付着する割合 α を表すものであるが、吸気の逆流が発生した場合には、シリンダ内に直接流入した噴射燃料がシリンダ側から吹き戻され、それが壁面付着燃料となるため、吸気逆流時にはこのモデルパラメータ R も増加する。このため吸気の逆流率 γ から誤差 ΔR を算出するために使用される第5図(b)のマップも、逆流率 γ が大きいほど誤差 ΔR が大きくなるように設定される。

次に上記(8)及び(9)式で記述された燃料挙動モデルに基づく本実施例の制御側の設計手順について説明する。

上記燃料挙動モデルは非線形であるので、線形制御理論を適用するために、燃料挙動モデルを線形近似する。上記(8)及び(9)式において、

$$x(k) = [f w(k) \quad f v(k)]^T \quad \cdots (10)$$

$$A = \begin{bmatrix} P & 0 \\ 0 & Q \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} R \\ S \end{bmatrix} \quad \cdots (11) \quad \cdots (12)$$

動モデルに、制御精度に大きな影響を与えるパラメータ P 、 R の誤差 ΔP 、 ΔR を加えることによって(8)及び(9)式の燃料挙動モデルを設定し、この燃料挙動モデルに基づき制御側を決定すること、前述のモデル誤差算出部B16において推定されるモデル誤差 ΔP 、 ΔR を用いて制御側を補正し、燃料噴射量の制御精度を補償するようにしている。

尚、モデルパラメータ P は、吸気行程時のシリンダ内への流入によって壁面付着燃料が α だけ減少することを想定して設定されたモデルパラメータ $(1-\alpha)$ であるが、吸気の逆流が発生した場合には、シリンダ内へ燃料が流入し難くなり、壁面付着燃料のシリンダ内に流入する割合 α は小さくなるため、吸気逆流時にはモデルパラメータ P は通常より大きくなる。従って吸気の逆流率 γ から誤差 ΔP を算出するために使用される第5図(a)のマップは、逆流率 γ が大きいほど誤差 ΔP が大きくなるように設定される。

また、モデルパラメータ R は、噴射燃料の内の

$$w = \begin{bmatrix} -D \cdot V f w(k) + \Delta P \cdot f w(k) \\ + \Delta R \cdot \tau(k) \\ + D \cdot V f w(k) \end{bmatrix} \quad \cdots (13)$$

$$y(k) = f c(k) - (1-R-S) \tau(k) + \Delta P \cdot f w(k) + \Delta R \cdot \tau(k) \quad \cdots (14)$$

$$u(k) = \tau(k) \quad \cdots (15)$$

$$C = [1-P \quad 1-Q] \quad \cdots (16)$$

とくと、上記(8)及び(9)式は

$$x(k+1) = A \cdot x(k) + B \cdot u(k) + w(k) \quad \cdots (17)$$

$$y(k) = C \cdot x(k) \quad \cdots (18)$$

で表すことができる。

ここで、 $y(k) = y_r$ (目標値) で定常となる時、 $u(k) = u_r$ 、 $x(k) = x_r$ として、上記(17)及び(18)は次式(19)、(20)に示す如くなる。

$$x_r = A \cdot x_r + B \cdot u_r + w(k) \quad \cdots (19)$$

$$y_r = C \cdot x_r \quad \cdots (20)$$

上記(17)~(20)より、

$$x(k+1) - x_r = A(x(k) - x_r) + B(u(k) - u_r) \quad \cdots (21)$$

$$y(k) - y_r = C(x(k) - x_r) \quad \dots(22)$$

次に、上式(21)、(22)において、

$$x(k) = x(k) - x_r \quad \dots(23)$$

$$u(k) = u(k) - u_r \quad \dots(24)$$

$$y(k) = y(k) - y_r \quad \dots(25)$$

とくと(21)、(22)式は次式(26)、(27)の如くなる。

$$x(k+1) = A x(k) + B u(k) \quad \dots(26)$$

$$y(k) = C x(k) \quad \dots(27)$$

この(26)及び(27)において、 $x(k) \rightarrow 0$ とすれば、 $y(k) = 0$ となり、 $u(k) \rightarrow u_r$ であれば、 $y(k) \rightarrow y_r$ となる。従って上式(26)の最適レギュレータを設計すればよい。即ち、離散型リカッチ方程式を解くことで、最適制御は次式(28)の如く求まる。

$$u(k) = F x(k) \quad \dots(28)$$

またこの(28)式は、上記(23)及び(24)式より次式(29)の如くなる。

$$u(k) = F \cdot x(k) - F \cdot x_r + u_r \quad \dots(29)$$

従って、上記(19)及び(20)式において、

$$\begin{bmatrix} I - A & -B \\ C & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_r \\ u_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w(k) \\ y_r \end{bmatrix} \quad \dots(30)$$

が x_r 、 u_r について解ければ上式(29)が確定し、 $u(k)$ を求めることができるようになる。

本実施例の場合、上式(30)は前述の(10)～(18)式より、次式(31)の如くなり、

$$\begin{bmatrix} 1 - P & 0 & -R \\ 0 & 1 - Q & -S \\ 1 - P & 1 - Q & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} fwr \\ fvr \\ \varepsilon r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -D \cdot V fw(k) + \Delta P \cdot fw(k) + \Delta R \cdot \varepsilon(k) \\ + D \cdot V fw(k) \\ f \varepsilon r(k) - (1 - R - S) \varepsilon(k) + \Delta P \cdot fw(k) + \Delta R \cdot \varepsilon(k) \end{bmatrix} \quad \dots(31)$$

x_r 、 u_r (即ち fwr 、 fvr 、 εr)が夫々次式(32)～(34)の如く求まる。

$$fwr = \beta 11 \cdot V fw(k) + \beta 12 \{ f \varepsilon r(k) - (1 - R - S) \cdot \varepsilon(k) \} + \beta 13 \{ \Delta P \cdot fw(k) + \Delta R \cdot \varepsilon(k) \} \quad \dots(32)$$

$$fvr = \beta 21 \cdot V fw(k) + \beta 22 \{ f \varepsilon r(k) - (1 - R - S) \cdot \varepsilon(k) \} + \beta 23 \{ \Delta P \cdot fw(k) + \Delta R \cdot \varepsilon(k) \} \quad \dots(33)$$

$$\varepsilon r = \beta 31 \cdot V fw(k) + \beta 32 \{ f \varepsilon r(k) - (1 - R - S) \cdot \varepsilon(k) \} + \beta 33 \{ \Delta P \cdot fw(k) + \Delta R \cdot \varepsilon(k) \} \quad \dots(34)$$

(但し、 $\beta 11 \sim \beta 33$ は定数)

従ってこれら各式(32)、(33)、(34)を上記(29)式に代入することによって、制御入力 $u(k)$ 、即ち燃料噴射量 $\varepsilon(k)$ を求めるための演算式が次式(35)の如く導出され、本実施例の制御則が決定される。

$$\begin{aligned} \varepsilon(k+1) = & f1 \cdot fw(k) + f2 \cdot f \varepsilon r(k) \\ & + f3 \cdot f \varepsilon r(k) + f4 \cdot V fw(k) \\ & + f5 \cdot \Delta P \cdot fw(k) + f6 \cdot \Delta R \cdot \varepsilon(k) \quad \dots(35) \end{aligned}$$

尚、この(35)式は、第3図において燃料噴射量 ε を算出するための各級、即ち各種乗算部B4、B8、B11、B12、B15～B18、及び加算部B19～B23を記述している。またこの(35)式における状態変数、即ち付着燃料量 fw 及び蒸発燃料量 $f \varepsilon$ は、第3図の状態変数推定部B9にお

いて算出されるが、状態変数推定部B9は、前述の状態方程式(8)をそのまま用いて状態変数 fw 及び $f \varepsilon$ を算出するようにされている。

次に上記筒内流入空気量B2にて筒内流入空気量 mc を算出するのに用いられる前述の(3)式は、吸気の逆流はないものとして、以下のように設定されている。

まず吸気管4内部での空気量の変化は、吸気量の質量保存則により次式(36)の如く記述できる。

$$V / C \cdot dPM / dt = Ga - Mc \quad \dots(36)$$

(但し、 V : 吸気管の容積、 C : 空気中の音速、 PM : 吸気圧力、 G : 吸気流量、 M : 気筒内に流入する吸気の流量)

上記(36)式から、吸気圧力 PM の時間変化は次式(37)の如く記述でき、

$$dPM / dt = [Ga - Mc] \cdot C^2 / V \quad \dots(37)$$

この(37)式を離散化すると、次式(38)が得られる。

$$\begin{aligned} PM(k+1) - PM(k) = & [Ga - Mc] \cdot \Delta t \cdot C^2 / V \quad \dots(38) \end{aligned}$$

また4気筒内燃機関では、吸気圧力 PM は各気

筒の吸気行程毎に変化するため、上記(38)式のサンプリング周期としては内燃機関2の吸気サイクル(180°C/A)と対応させればよく、その時間は回転速度 ω を用いて $30/\omega$ と記述できるので、上記(38)式は

$$\begin{aligned} P M(k+1) - P M(k) &= \{G a \cdot 30 / \omega - M c \cdot 30 / \omega\} \cdot C^2 / V \\ &= \{G a \cdot 30 / \omega - m c(k)\} \cdot C^2 / V \quad \cdots (39) \end{aligned}$$

と記述できる。(但し、 $m c$: 吸気量)

一方内燃機関の体積効率 η を次式(40)の如く仮定すると、

$$\eta = A \cdot P M + B \quad \cdots (40)$$

(但し、 A, B : 定数)

吸気量 $m c$ は、次式(41)の如く記述できる。

$$m c = \eta \cdot v = A \cdot v \cdot P M + B \cdot v \quad \cdots (41)$$

(但し、 v : 気筒容積)

従って上記(41)式から、上記(39)式に於ける吸気圧力 $P M(k)$ 、 $P M(k+1)$ は夫々次式(42)、(43)の如く記述できるようになり、

$$P M(k) = \{m c(k) - B \cdot v\} / A \cdot v \quad \cdots (42)$$

を用いて、吸気圧力 $P M$ が算出される。

次に上記の如く設計された制御部から電子制御回路40で実行される燃料噴射量算出処理を、第5図に示すフローチャートに沿って説明する。尚この処理は、回転角センサ24及び気筒判別センサ26から出力される検出信号に基づき、内燃機関2が180°C/A回転する度に実行される。

図に示す如く燃料噴射量算出処理では、まずステップ100を実行して、カウンタ C をインクリメントし、続くステップ110に移行して、カウンタ C の値が4以上となったか否かを判断する。そして $C \geq 4$ であれば、次ステップ120に移行してカウンタ C の値を0にセットした後、ステップ130に移行し、 $C < 4$ であればそのままステップ130に移行する。

尚このカウンタ C は、次ステップ130で内燃機関2が180°C/A回転する度に変化する吸気行程の気筒を識別するために用いられるもので、気筒判別センサ26から特定気筒が吸気行程に入ったときに出力される識別信号により初期化される。

$P M(k+1) = \{m c(k+1) - B \cdot v\} / A \cdot v \quad \cdots (43)$
これら各式を(39)式に代入すると次式(44)が得られる。

$$\begin{aligned} m c(k+1) &= A \cdot v \cdot 30 \cdot G a \cdot C^2 / \omega \cdot V \\ &\quad + m c(k) \cdot \{1 - A \cdot v \cdot C^2 / V\} \quad \cdots (44) \end{aligned}$$

この(44)式は吸気量 $m c$ の挙動を表わしており、 $(A \cdot v \cdot 30 \cdot C^2 / V)$ を定数 α とし、 $(1 - A \cdot v \cdot C^2 / V)$ を定数 β とすると、上記(44)式は前述の(3)式の如く記述できる。従って各定数 α 及び β を周知の同定法によって決定すれば、吸気サイクル(180°C/A)をサンプリング周期として吸気量 $m c$ を求めるための前述の演算式(3)が設定できる。

尚、筒内流入空気量算出部B2で算出された筒内流入空気量 $m c$ から吸気圧力 $P M$ を算出する吸気圧力算出部B5では、上記(42)又は(43)式における $A \cdot v$ 及び $B \cdot v$ の値を、夫々、定数 $A1$ 及び $B1$ として周知の同定法により決定することにより得られる次式(45)

$$P M = (m c - B1) / A1 \quad \cdots (45)$$

ステップ130では、次に吸気行程となる気筒の番号# X を、上記カウンタ C の値に基づき次表に示す如く設定する。尚、以下の説明においてこの設定された特定気筒番号 X に対して算出される諸量には、添え字 $\#X$ を付して表す。

表

	$C=0$	$C=1$	$C=2$	$C=3$
# X	#1	#3	#4	#2

そして続くステップ140では、後述の筒内流入空気量算出処理にて算出された最新の筒内流入空気量 $m c(k)$ に基づき、前述の(45)式を用いて現時点の吸気圧力 $P M(k)$ を算出する吸気圧力算出部B5としての処理を実行し、ステップ150に移行する。

ステップ150では、上記求めた吸気圧力 $P M(k)$ と回転角センサ24からの検出信号に基づき得られる現時点の内燃機関2の回転速度 $\omega(k)$ とに基づき、内燃機関2の負荷状態に応じた目標燃空比 λr を算出する。尚このステップ150では、

通常、空気過剰率が1（即ち理論空燃比）となるように目標燃空比 λ_r が設定され、内燃機関2の高負荷運転時には燃料を通常より増量して内燃機関の出力を上げるために目標燃空比 λ_r がリッチ側に設定され、内燃機関2の軽負荷運転時には、燃料を通常より減量して燃費を向上するために目標燃空比 λ_r がリーン側に設定される。

ステップ150にて目標燃空比 $\lambda_r(k)$ が設定されると、今度はステップ160に移行し、この目標燃空比 $\lambda_r(k)$ と、後述の筒内流入空気量算出処理にて算出された最新の筒内流入空気量 $m_c(k)$ とを乗算して、 $\#X$ 気筒内に供給すべき目標燃料量 $m_{cr}(k) [= \lambda_r \cdot m_c]$ を算出する。目標燃料量算出部83としての処理を実行する。

また続くステップ170では、水温センサ28により検出された現時点の冷却水温 $T_{HW}(k)$ と、ステップ140で求めた吸気管圧力 $P_M(k)$ とに基づき、壁面付着燃料の蒸発速度 V_f を求め、その値を内燃機関2の回転速度 $\omega(k)$ で除算することにより、 $\#X$ 気筒の吸気分岐管壁面から内燃機関2

X 気筒に対して噴射供給される。

このように $\#X$ 気筒に対する燃料噴射量 r_{fX} の算出及び燃料噴射のためのタイマセットが実行されると、次にステップ200に移行し、ステップ170で求めた燃料蒸発量 $V_f(k)$ と、ステップ180で求めた $\#X$ 気筒に対する燃料噴射量 r_{fX} と、前回のステップ200にて求めた $\#X$ 気筒における付着燃料量 w_{fX} 及び蒸発燃料量 v_{fX} と、後述の筒内流入空気量算出処理で算出された最新のモデルパラメータ P 、 R の誤差 ΔP 、 ΔR とに基づき、前述の(8)式を用いて、 $\#X$ 気筒における付着燃料量 w_{fX} 及び蒸発燃料量 v_{fX} を算出する。状態変数推定部89としての処理を実行し、処理を一旦終了する。

次に上記燃料噴射量算出処理を実行するのに使用される筒内流入空気量 m_c 及び燃料挙動モデルの誤差を表す ΔP 、 ΔR を算出する。筒内流入空気量算出処理について、第7図に示すフローチャートに沿って説明する。尚この処理は、回転角センサ24及び気筒別センサ26から出力される

が720℃A回転する間に蒸発する燃料量（即ち燃料蒸発量） $V_f(k)$ を算出する。燃料蒸発速度算出部86及び燃料蒸発量算出部87としての処理を実行し、ステップ180に移行する。

ステップ180では、上記ステップ160及びステップ170にて求めた目標燃料量 $m_{cr}(k)$ 及び燃料蒸発量 $V_f(k)$ と、 $\#X$ 気筒に対して前回（720℃A前）燃料噴射を行った燃料噴射量 r_{fX} と、前回のこの燃料噴射量 r_{fX} を算出した後に後述のステップ200にて求めた $\#X$ 気筒における付着燃料量 w_{fX} 及び蒸発燃料量 v_{fX} と、後述の筒内流入空気量算出処理で算出された最新のモデルパラメータ P 、 R の誤差 ΔP 、 ΔR とに基づき、前述の(35)式を用いて、 $\#X$ 気筒に対する燃料噴射量 r_{fX} を算出する。そして続くステップ190では、この算出された燃料噴射量 r_{fX} と、 $\#X$ 気筒の燃料噴射弁42を駆動する図示しないタイマにセットする。尚このタイマセットにより、所定の同期噴射タイミングで $\#X$ 気筒の燃料噴射弁42が開弁され、燃料噴射量 r_{fX} に応じた燃料が $\#$

検出番号に基づき、内燃機関2が90℃A回転する度に実行される。

図に示す如く筒内流入空気量算出処理では、まずステップ210にて、エアフロメータ8からの検出番号に基づき現時点の吸気流量 $G_a(k)$ を検出し、続くステップ220に移行して、この検出した吸気流量 $G_a(k)$ が前回ステップ210で検出した吸気流量 $G_a(k-1)$ より大きいかなかを判断する正流・逆流識別部81としての処理を実行する。

そして今回検出した吸気流量 $G_a(k)$ が前回検出した吸気流量 $G_a(k-1)$ より大きい場合には、ステップ210で検出した吸気流量 $G_a(k)$ は、吸気管4を内燃機関2側に正方向に流れる吸気流量 G_a であると判断して、ステップ230に移行し、この吸気流量 $G_a(k)$ と、現時点の内燃機関2の回転速度 $\omega(k)$ と、前回求めた筒内流入空気量 $m_c(k-1)$ とから、前述の(3)式を用いて筒内流入空気量 $m_c(k)$ を算出する。筒内流入空気量算出部83としての処理を実行する。

次に続くステップ240では、スロットル開度センサ12により検出されたスロットル開度 θ_{TH} が所定開度 θ_{TH0} より大きく、現在吸気管4において吸気の逆流が発生し得る状態か否かを判断する。そしてスロットル開度 θ_{TH} が所定開度 θ_{TH0} を超えていれば、ステップ250に移行して、ステップ210で求めた吸気流量 $G_a(k)$ と前回求めた吸気流量 $G_a(k-1)$ とに基づき、次式(46)

$$r = G_a(k-1) / G_a(k) \quad \dots (46)$$

を用いて吸気管4における吸気の逆流率 r を算出する。逆流率算出部B13としての処理を実行し、ステップ260に移行する。

ステップ260では、この算出した逆流率 r に基づき、予め設定された第5図(a)及び(b)に示すマップを用いて、モデルパラメータ P 、 R の誤差 ΔP 、 ΔR を算出するモデル誤差算出部B14としての処理を実行し、処理を一旦終了する。尚第5図(a)及び(b)のマップは、吸気の逆流率 r に基づき、モデルパラメータ P 、 R の誤差 ΔP 及び ΔR を夫々求めるためのマップであるが、これ

は予め実験等により設定されている。

次にステップ220にて、ステップ210で今回検出した吸気流量 $G_a(k)$ が前回検出した吸気流量 $G_a(k-1)$ 以下であると判断された場合には、今回検出した吸気流量 $G_a(k)$ は、吸気管4を逆方向に流れる吸気流量 G_{a-} であるとして、ステップ270に移行し、上記ステップ240と同様にスロットル開度センサ12により検出されたスロットル開度 θ_{TH} が所定開度 θ_{TH0} より大きく、現在吸気管4において吸気の逆流が発生し得る状態か否かを判断する。そしてスロットル開度 θ_{TH} が所定開度 θ_{TH0} を超えていれば、ステップ280に移行して、今回求めた吸気流量 $G_a(k)$ と前回求めた吸気流量 $G_a(k-1)$ とに基づき、次式(47)

$$r = G_a(k) / G_a(k-1) \quad \dots (47)$$

を用いて吸気の逆流率 r を算出する。逆流率算出部B13としての処理を実行し、上記ステップ260に移行する。

また次にステップ240或はステップ270にてスロットル開度 θ_{TH} が所定開度 θ_{TH0} 以下であ

ると判断される場合には、吸気の逆流は発生せず、燃料挙動モデルに誤差は生じないので、ステップ290に移行して、モデルパラメータ P 、 R の誤差 ΔP 、 ΔR として値0をセットした後、処理を一旦終了する。

以上説明したように本実施例の燃料噴射量制御装置では、熱線式のエアフロメータ8を用いて吸気管4を流れる吸気流量 G_a を双方向に検出すると共に、その検出結果に基づき、吸気管4を逆方向に流れる吸気流量 G_{a-} の正方向に流れる吸気流量 G_{a+} に対する比率(逆流率) r を算出し、その算出結果を用いて、制御則を設計するに当たって用いた燃料挙動モデルの誤差 ΔP 、 ΔR を算出して、燃料噴射量算出系にフィードバックするようにされている。このため本実施例の装置によれば、内燃機関2の過渡運転時等に吸気の逆流が発生して、燃料挙動モデルが実際の燃料挙動と対応しなくなつたとしても、これによる制御誤差を良好に補正することが可能となり、空燃比の制御精度を向上できる。

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の内燃機関の燃料噴射量制御装置では、吸気管において正方向に流れる吸気流量と逆方向に流れる吸気流量との比率に基づき、燃料挙動モデルの誤差を推定し、その推定結果に基づき制御則を補正するようにされている。このため吸気管内で吸気の逆流が発生して、制御則の設計に用いた燃料挙動モデルと実際の燃料挙動とが対応しなくなった場合にも、これによる制御誤差を補償して、空燃比の制御精度を確保できる。

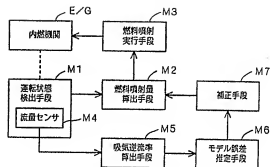
4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の構成を表すブロック図、第2図は実施例の内燃機関2及びその周辺装置を表す概略構成図、第3図は電子制御回路40による燃料噴射量制御のための制御則を表すブロック図、第4図はエアフロメータ8により検出される吸気流量 G_a を表す線図、第5図(a)及び(b)は吸気の逆流率 r に基づき燃料挙動モデルの誤差 ΔP 及び ΔR を夫々算出するためのマップを表す線図。

第6図は電子制御回路40で実行される燃料噴射量算出処理を表すフローチャート、第7図は同じく電子制御回路40で実行される筒内流入空気量算出処理を表すフローチャート、である。

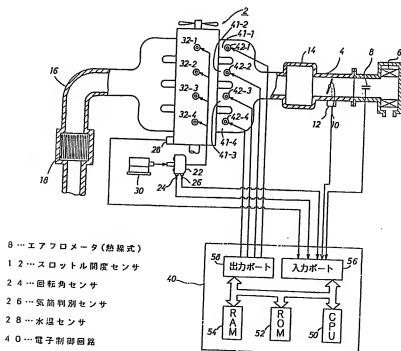
- M1…運転状態検出手段
M2…燃料噴射量算出手段
M3…燃料噴射実行手段
M4…流量センサ
M5…吸気逆流率算出手段
M6…モデル誤差推定手段
M7…補正手段
E/G、2…内燃機関
8…エアフロメータ(熱線式)
12…スロットル開度センサ
24…回転角センサ
26…気筒判別センサ
28…水温センサ
40…電子制御回路
42…燃料噴射弁

第1図



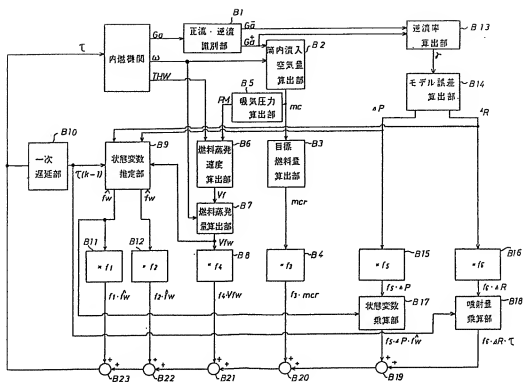
代理人 弁理士 足立 勉

第2図

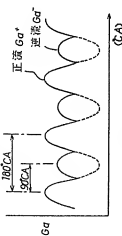


- 8…エアフロメータ(熱線式)
12…スロットル開度センサ
24…回転角センサ
26…気筒判別センサ
28…水温センサ
40…電子制御回路

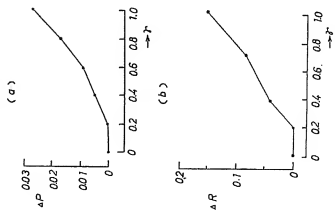
第3圖



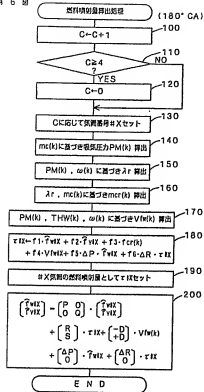
第4圖



第5圖



第 6 図



第 7 図

